

УДК 504.7, 571.1/5

ЭНЕРГОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СУБЪЕКТОВ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Роман Викторович Кнауб, кандидат географических наук, доцент кафедры природопользования Томского государственного университета.

Аннотация

В статье рассматриваются методические основы комплексной оценки изменения энергетических мощностей субъектов Сибирского Федерального Округа под действием чрезвычайных ситуаций различного генезиса. Теоретический аппарат технологии проектирования устойчивого развития региона для анализа и расчёта индикаторов устойчивого развития субъектов СФО основывается на универсальных принципах проектирования устойчивого развития.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: плотность мощности ЧС, плотность полной мощности, неустойчивость биосферы, коэффициент устойчивости экономики региона к воздействию ЧС, субъекты Сибирского Федерального Округа.

ENERGETIC & ECOLOGICAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDICATORS OF SIBERIAN FEDERAL DISTRICT'S SUBJECTS

Roman Viktorovich Knaub, a candidate of geography, an associate professor at the nature management department of Tomsk State University.

Abstract

In article methodical basics of a complex assessment of change of power capacities of subjects of Siberian federal district under the influence of emergency situations of various genesis are covered. The theoretical device of technology of design of a sustainable development of the region for the analysis and calculation of indicators of a sustainable development of subjects of Siberian federal district is based on the universal principles of design of a sustainable development.

KEYWORDS: density of power of an emergency situation, density of full capacity, instability of the biosphere, coefficient of stability for regional economy in case of emergency, subjects of Siberian federal district.

Введение

Актуальным научным вопросом является изучение социально-экономических последствий от действия чрезвычайных ситуаций (ЧС), причём различного генезиса. Отсюда следует актуальная необходимость разработки методических основ комплексной оценки изменения энергетических мощностей субъектов РФ под действием чрезвычайных ситуаций различного генезиса. Это было сделано на примере субъектов Сибирского Федерального Округа (СФО). Для более полного понимания вопроса перейдём к методике исследования.

Методика исследования

В качестве основы для определения ущерба от ЧС природного и техногенного характера послужили работы Научной школы устойчивого развития [1, 2], а также работы автора [3, 4, 5].

В ранее выполненных работах автора [3, 4, 5], были получены следующие результаты:

1) Приведён способ расчёта потерь экономики субъектов СФО в результате ЧС различного

генезиса за прошлые исторические периоды; 2) Рассчитаны значения отдалённых социально-экономических последствий проявления ЧС различного генезиса на территории субъектов СФО; 3) Приведена методика расчёта экономических потерь от ЧС различного генезиса на основе коэффициентов для приведения числа пострадавших и убытков при природных и техногенных катастрофах к уровню населения и ценам 2000 года. Построены прогнозные карты ущерба от природных и техногенных ЧС, а также общего ущерба за 1960, 1990, 2000-2010 и 2020 годы; 4) Приведён способ расчёта потерь экономики Томской области в случае гибели взрослых людей и детей; 5) Рассчитаны значения отдалённых социально-экономических последствий проявления ЧС различного генезиса на территории Томской области.

К энергоэкологическому показателю устойчивого развития относится специальный параметр «плотность полной мощности» или антропогенная нагрузка, выраженная в терминах измеримых величин [2]. *Плотность полной мощности* определяется отношением годового суммарного энергопотребления (N) к площади страны (S) с единицей измерения — киловатт на квадратный километр [6].

Другой энергоэкологический показатель устойчивого развития — неустойчивость биосферы — это отношение плотности полной мощности (антропогенной нагрузки) к константе Федотова, равная 70 кВт/км² [6, 7].

Развивая методические основы энергетической оценки последствий ЧС различного генезиса, автором предложены следующие возможности оценки мощности ЧС:

$$K_{\text{чс}} = N_{\text{чс}}/S, \quad (1)$$

где $K_{\text{чс}}$ — коэффициент мощностной нагрузки ЧС или *плотность мощности ЧС*;

$N_{\text{чс}}$ — полная мощность ЧС.

S — площадь региона;

Различный генезис ЧС обусловлен, в основном, проявлением ЧС природного и техногенного характера. Следовательно, общий коэффициент мощностной нагрузки ЧС будет иметь следующий вид:

$$K_{\text{обчс}} = K_{\text{чс.техн.}} + K_{\text{чс.прир.}}, \quad (2)$$

где $K_{\text{обчс}}$ — плотность мощности ЧС;

$K_{\text{чс.техн.}}$ — плотность мощности техногенных ЧС;

$K_{\text{чс.прир.}}$ — плотность мощности природных ЧС.

С учётом плотности мощности ЧС, формула расчёта неустойчивости биосферы будет иметь следующий вид:

$$N_{\text{биос.}} = P + K_{\text{чс}}/K_{\text{ф.}}, \quad (3)$$

где $N_{\text{биос}}$ — неустойчивость биосферы;

P — плотность полной мощности или антропогенная нагрузка;

$K_{\text{чс}}$ — плотность мощности ЧС или коэффициент мощностной нагрузки ЧС;

$K_{\text{ф}}$ — константа Федотова (70 кВт/км²).

Важным моментом является оценка устойчивости экономики региона к воздействию ЧС различного генезиса. Коэффициент устойчивости экономики региона к воздействию ЧС будет выглядеть следующим образом:

$$K_{\text{уст.эк.}} = N_{\text{чс}} / P * 100 \%, \quad (4)$$

где $K_{\text{уст.эк.}}$ — коэффициент устойчивости экономики региона к воздействию ЧС;

$N_{\text{чс}}$ — полная мощность ЧС, ГВт;

P — ВРП региона (полезная мощность), ГВт.

Таким образом, на основе представленной методики можно не только наиболее полно и комплексно оценить ущерб от природных и техногенных ЧС, но и рассчитать такие важные показатели, как плотность мощности ЧС, антропогенная нагрузка (плотность полной мощности) и неустойчивость биосферы.

Далее перейдём к расчёту энергоэкологических показателей устойчивого развития субъектов СФО.

Комплексная оценка изменения энергетических мощностей субъектов СФО под действием ЧС различного генезиса

Используя формулы 1 и 2, нами были рассчитана плотность мощности природных, техногенных ЧС и общий коэффициент от суммы природных и техногенных ЧС. Результаты этих расчётов представлены в таблице 1.

Табл. 1. Плотность мощности ЧС, кВт/км².

Субъект СФОРФ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Среднее
Алтайский	0,08	0,26	2,53	0,2	0,26	0,001	0,03	0,001	0	0,37
Забайкальский	0,23	0,102	0,02	0,052	0,082	0,012	0,061	0,047	0,035	0,07
Красноярский	0,001	0,01	0,0004	0,001	0	0,0002	0,0002	0,0008	0	0,002
Иркутская	0,002	0,064	0,012	0,002	0,002	0,0041	0,012	0,0012	0,005	0,012
Новосибирская	0,01	0,03	0,005	0	0,003	0,006	0	0,001	0,002	0,006
Омская	0,004	0	0,21	0	0,008	0,014	0,003	0,18	0,18	0,07
Томская	0,003	0,004	0,082	0,011	0,04	0,003	0,001	0,012	0	0,02
Кемеровская	0,002	0,002	0,003	0,002	0,008	0,004	0,003	0,023	0,021	0,008
Бурятия	0,03	0,022	0,003	0,09	0	0,143	0,111	0,261	0,76	0,16
Тыва	0,02	0,03	0	0,001	0,02	0	0	0,004	0,002	0,009
Хакасия	0	0	0	0,053	0,29	0	0	0,02	0	0,04
Респ. Алтай	0,002	0,013	0,001	0,39	0,01	0,025	0,26	0	0	0,08

Анализ таблицы 1 показывает, что плотность мощности ЧС изменяется в широком диапазоне: минимальные значения отмечены в республике Тыва (0,009 кВт/км²), максимальные для Алтайского края (0,37 кВт/км²). Средние значения для всего СФО за период с 2000 по 2008 год составили 0,07 кВт/км². По данным средних значений каждого

субъекта СФО была построена карта-схема плотности мощности ЧС. Все субъекты были разделены на 3 категории: до 0,1 кВт/км², от 0,1 до 0,3 кВт/км² и более 0,3 кВт/км² (рис. 1).

Согласно этой градации, почти все субъекты СФО отнесены к категории, со значениями плотности мощности ЧС менее 0,1 кВт/км²; республика Бурятия отнесена к категории от 0,1 до 0,3 кВт/км² и Алтайский край к категории более 0,3 кВт/км². Таким образом, на рисунке 1 представлено районирование территории СФО по плотности мощности ЧС.

Для дальнейшей энергетической оценки ЧС и их совокупного влияния на экономику регионов СФО, нами были рассчитаны коэффициенты антропогенной нагрузки субъектов СФО за период с 2000 по 2008 год. Результаты этих расчётов представлены в таблице 2.

Табл. 2. Плотность полной мощности или антропогенная нагрузка субъектов СФО, кВт/км².

Субъект СФО РФ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Среднее
Алтайский	39	41,9	40,8	40,8	41,9	38,4	40,8	43,8	42,6	41,1
Забайкальский	9,3	9,5	9,7	9,7	8,8	8,1	8,3	8,6	8,8	8,9
Красноярский	12,4	11,2	9,4	9,2	9,6	9,3	10	10,3	8,5	9,9
Иркутская	18,9	18,5	18,1	17,2	17,1	17,2	17,2	17,3	15,9	17,5
Новосибирская	58,4	67,9	67,9	67,9	66,2	66,2	66,2	70,7	69	66,7
Омская	47,4	50,8	60,1	65,1	84,5	78	74,4	70,9	67,3	66,5
Томская	32,5	31,2	30,6	30,7	32,2	28,4	29,1	24,3	21,1	28,9
Кемеровская	134	137,2	140,3	136,1	157,1	151,8	143,5	153,9	161,3	146,1
Бурятия	8,3	9,5	10,3	11,7	11,1	10,5	10,5	10,2	9,7	10,2
Тыва	2,3	2,9	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,1	4,1	3,4
Хакасия	37,2	35,5	35,5	37,2	32,3	32,3	33,9	33,9	32,3	34,5
Респ. Алтай	5,4	6,5	6,5	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	2,2	5,3

Из приведённого материала в таблице 2 следует, что антропогенная нагрузка изменяется в широком диапазоне: минимальные значения отмечены в республике Тыва (3,4 кВт/км²), максимальные для Кемеровской области (146,1 кВт/км²). Средние значения для всего СФО за период с 2000 по 2008 год составили 36,6 кВт/км². По данным средних значений каждого субъекта СФО была построена карта-схема плотности полной мощности или антропогенной нагрузки. Все субъекты были разделены на 7 категорий: до 10 кВт/км², от 10 до 20 кВт/км², от 20 до 30 кВт/км², от 30 до 40 кВт/км², от 40 до 50 кВт/км², от 50 до 60 кВт/км², от 60 до 70 кВт/км², более 70 кВт/км² (рис. 2).

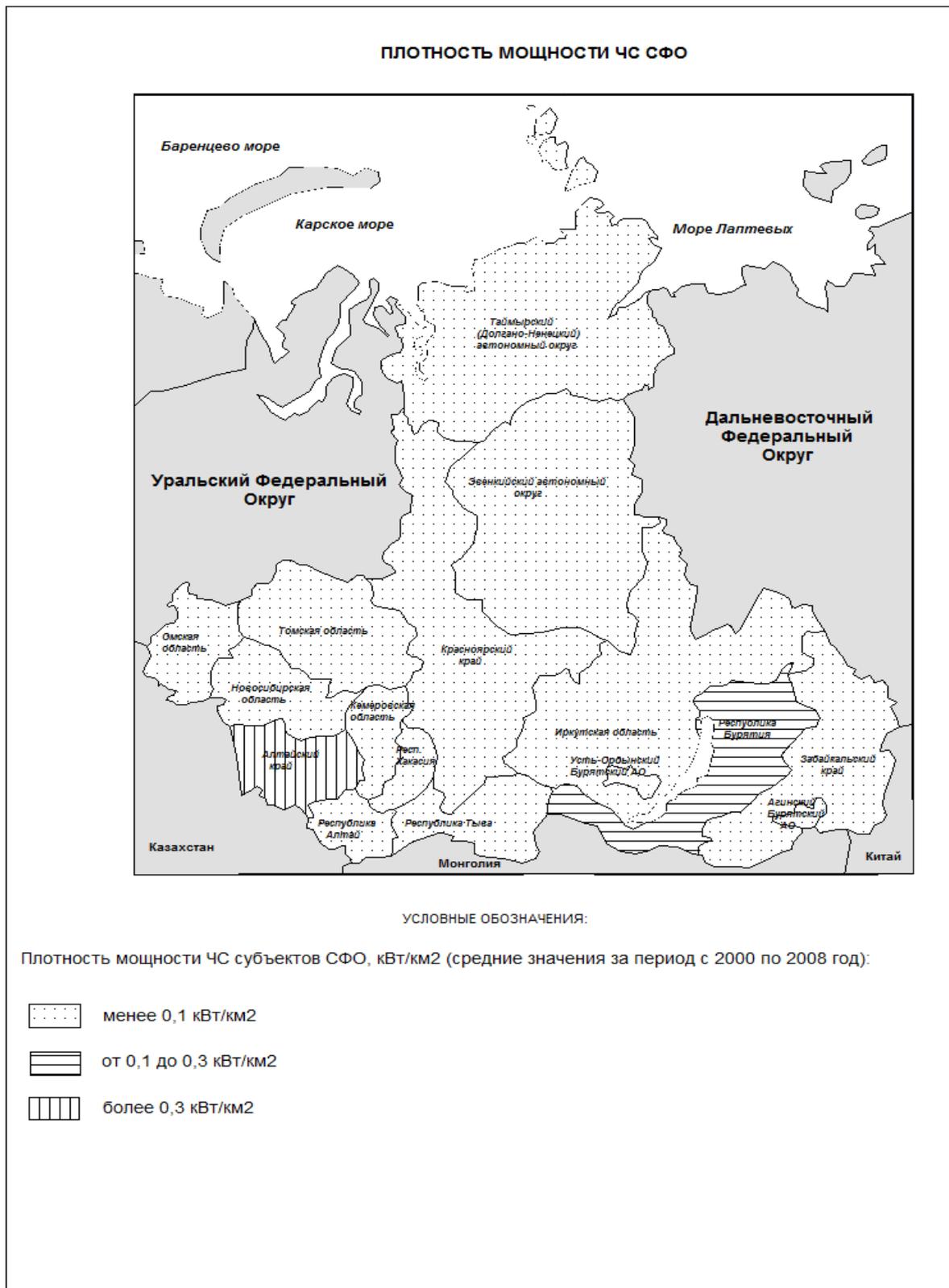


Рис. 1. Плотность мощности ЧС субъектов СФО, кВт/км² (средние значения за период с 2000 по 2008 год).

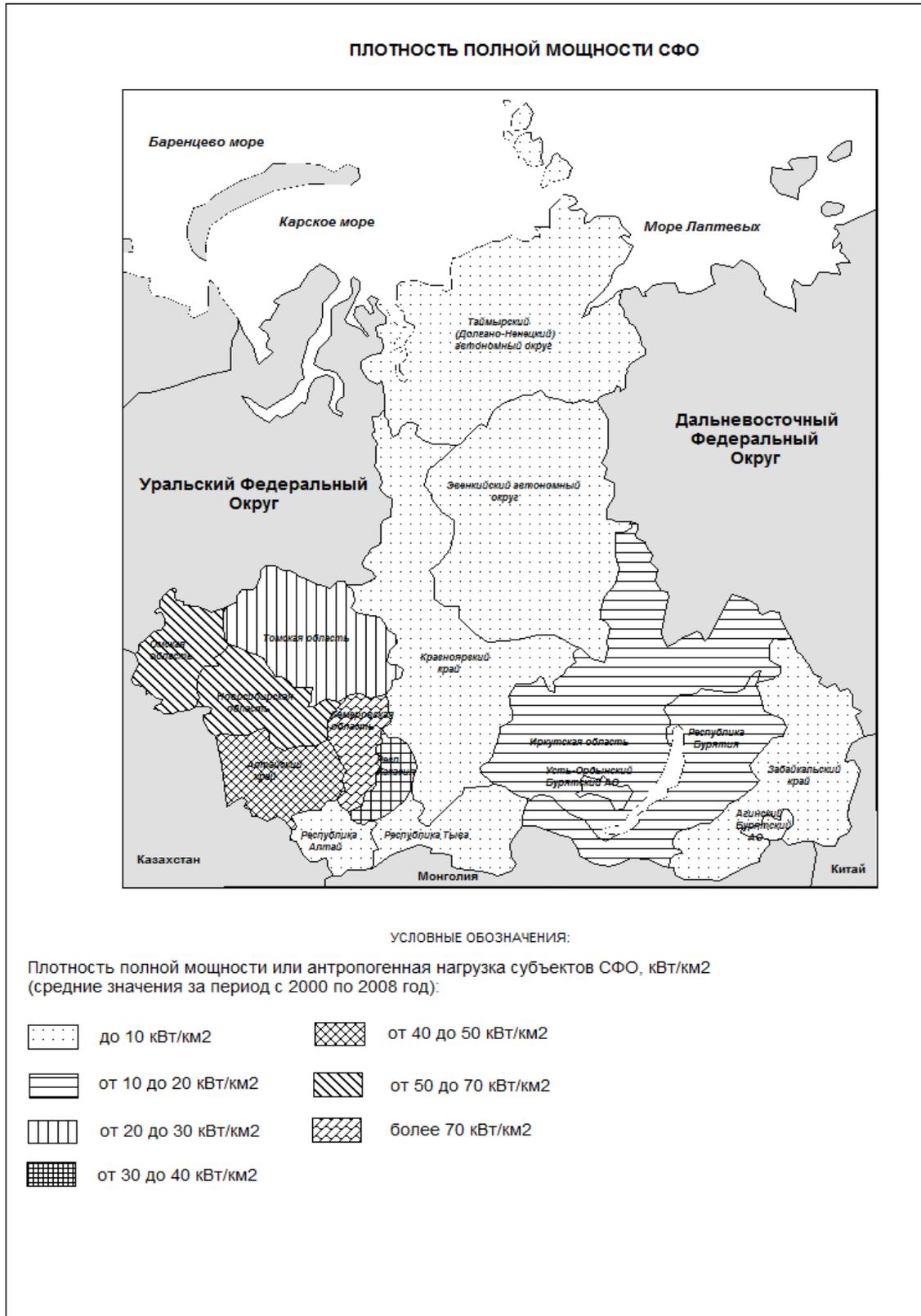


Рис. 2. Плотность полной мощности или антропогенная нагрузка субъектов СФО, кВт/км² (средние значения за период с 2000 по 2008 год).

Районирование территории СФО по величине антропогенной нагрузки показало, что территории с наибольшей плотностью населения имеют наибольшие значения антропогенной нагрузки. Примером может служить Кемеровская область, где средние значения антропогенной нагрузки за исследуемый период составили $146,1 \text{ кВт/км}^2$. Таким образом, на рисунке 2 представлено районирование территории СФО по плотности полной мощности или антропогенной нагрузки.

Для дальнейшей энергетической оценки ЧС и их совокупного влияния на экономику регионов СФО, нами были рассчитаны коэффициенты антропогенной нагрузки субъектов СФО за период с 2000 по 2008 год. Результаты этих расчётов представлены в таблице 2.

Согласно исследованиям А.П. Федотова [7], величина антропогенной нагрузки не должна превышать константу 70 кВт/км^2 . Разделив величину антропогенной нагрузки на константу Федотова, мы получили значение биосферной неустойчивости. Но перед нами стояла задача в этих расчётах учесть мощностную нагрузку ЧС. В результате использования формулы 3 была рассчитана биосферная неустойчивость субъектов СФО с учётом воздействия ЧС различного генезиса (табл. 3).

Табл. 3. Неустойчивость биосферы субъектов СФО с учётом мощностной нагрузки ЧС (средние значения за период с 2000 по 2008 год).

Субъект СФО РФ	Плотность полной мощности, кВт/км ²	Плотность мощности ЧС, кВт/км ²	Константа Федотова, кВт/км ²	Неустойчивость биосферы
Алтайский	41,1	0,37	70	0,6
Забайкальский	8,9	0,07	70	0,1
Красноярский	9,9	0,002	70	0,1
Иркутская	17,5	0,012	70	0,3
Новосибирская	66,7	0,006	70	1
Омская	66,5	0,07	70	1
Томская	28,9	0,02	70	0,4
Кемеровская	146,1	0,008	70	2,1
Бурятия	10,2	0,16	70	0,1
Тыва	3,4	0,009	70	0,05
Хакасия	34,5	0,04	70	0,5
Респ. Алтай	5,3	0,08	70	0,08

Проанализировав данные из таблицы 3, можно сделать следующие выводы: 1) наиболее критичная обстановка сложилась в Кемеровской области, где значение антропогенной нагрузки в 2,1 раза превышает константу Федотова; 2) наиболее благоприятная обстановка с антропогенной нагрузкой отмечена в республике Алтай, где значение биосферной неустойчивости составляет всего 0,08; 3) близка к критичной ситуация в Омской и Новосибирской областях, где значение биосферной неустойчивости составляет 1, то есть может превысить допустимые нормы; 4) среднее значение коэффициента биосферной

неустойчивости СФО составляет 0,5. Таким образом, в целом величина биосферной неустойчивости составляет половины нормы.

По результатам расчётов была построена карта-схема неустойчивости биосферы субъектов СФО с учётом воздействия ЧС различного генезиса. Значения биосферной неустойчивости были разделены на 4 категории: до 0,1, от 0,1 до 0,5, от 0,5 до 1 и более 1 (рис. 3).

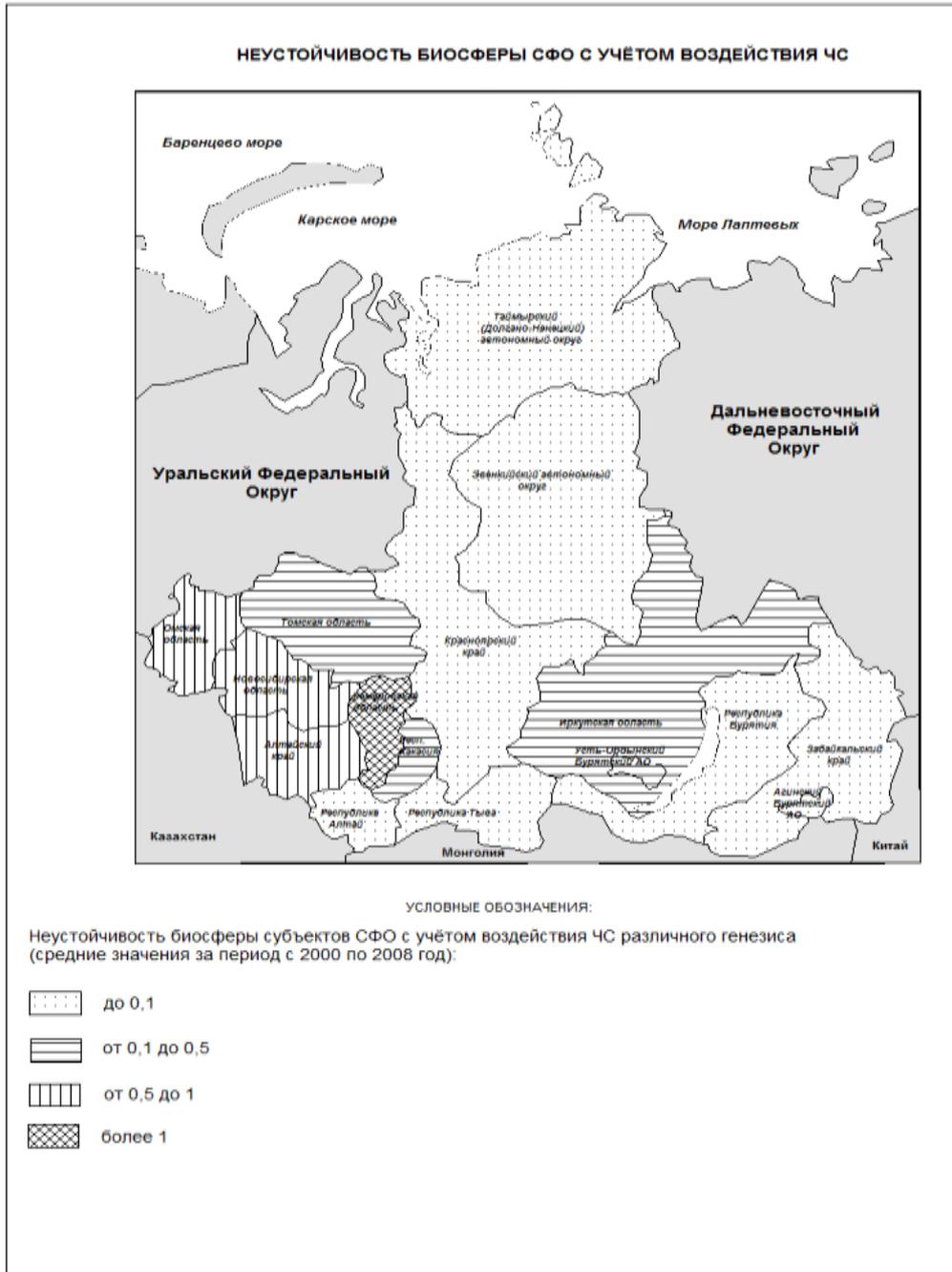


Рис. 3. Неустойчивость биосферы субъектов СФО с учётом воздействия ЧС различного генезиса (средние значения за период с 2000 по 2008 год).

Табл. 4. Коэффициент устойчивости экономики субъектов СФО к воздействию ЧС различного генезиса.

Субъект СФО РФ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Среднее
Алтайский	0,7	2	20	2	2	0,01	0,2	0	0	2,99
Забайкальский	8	4	0,6	2	3	0,6	2	2	1	2,6
Красноярский	0,03	0,3	0,01	0,04	0	0	0	0,02	0	0,04
Иркутская	0,04	1	0,2	0,05	0,04	0,09	0,3	0	0,1	0,2
Новосибирская	0,07	0,1	0,02	0	0	0,02	0	0	0	0,02
Омская	0,03	0	1	0	0,03	0,05	0	0,8	0,04	0,2
Томская	0,05	0,03	0,7	0,1	0,2	0	0	0,1	10	1,2
Кемеровская	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,05	0,02
Бурятия	1	0,9	0	3	0,3	5	4	9	27	5,6
Тыва	2	4	0	0	2	0	0	0	0	0,9
Хакасия	0	0	0	0,5	3	0	0	0,2	0	0,4
Респ. Алтай	0	0,7	20	23	0,6	2	19	0	0	7,3

Анализ таблицы 4 показывает, что коэффициент устойчивости экономики субъектов СФО к воздействию ЧС различного генезиса изменяется в широком диапазоне: минимальные значения отмечены в Новосибирской и Кемеровской областях (0,02), максимальные для республики Алтай (7,3). Средние значения для всего СФО за период с 2000 по 2008 год составили 1,8.

Исходя из анализа полученных данных, субъекты СФО можно разделить на следующие категории в зависимости от величины коэффициента устойчивости экономики регионов к воздействию ЧС различного генезиса:

менее 0,5 — сильная;

от 0,5 до 1 — средняя;

более 1 — слабая.

Кроме этого, при разработке методических основ комплексной оценки изменения энергетических мощностей субъектов СФО под действием чрезвычайных ситуаций различного генезиса мы исходили из того, что: 1) плотность населения регионов СФО различна, наибольшая плотность населения отмечается в столицах субъектов округа; 2) плотность ЧС различного генезиса различна, наибольшая плотность отмечена для столиц регионов. Исходя из этого, автором были рассчитаны энергоэкологические показатели устойчивого развития столиц субъектов СФО (табл. 5).

Анализ таблицы 5 показывает, что «тройка лидеров» по величине плотности полной мощности выглядит следующим образом: на первом месте Красноярск со значением 19497 кВт/км², на втором Новосибирск и на третьем Томск. На последнем месте Горно-Алтайск со значением плотности полной мощности 523,6 кВт/км². При сравнении этих значений со средними значениями всей территории регионов выяснилось, что плотность полной мощности Красноярска больше в 1969 раз, а Горно-Алтайска больше в 99 раз.

Табл. 5. Энергоэкологические показатели устойчивого развития столиц субъектов СФО.

Столицы субъектов СФО РФ	Плотность полной мощности, кВт/км ²	Неустойчивость биосферы	Рейтинг по величине неустойчивости биосферы
Красноярск	19497	278,5	1
Новосибирск	13742,2	196,3	2
Томск	11541	164,9	3
Иркутск	10456,1	149,4	4
Кемерово	9883,5	141,2	5
Омск	9251,1	132,2	6
Барнаул	5607,5	80,1	7
Абакан	5339	76,3	8
Улан-Удэ	4329	61,8	9
Чита	2044,6	29,2	10
Кызыл	998	14,3	11
Горно-Алтайск	523,6	7,5	12

Представленный в таблице 5 рейтинг по величине неустойчивости биосферы столиц СФО показывает, что первое место занимает Красноярск, последнее Горно-Алтайск. Таким образом, максимальное превышение плотности полной мощности характерно для Красноярска и составляет 278,5 раз, а минимальное для Горно-Алтайска — 7,5 раз. Следовательно, во всех столицах СФО неустойчивость биосферы превышает установленные пределы.

Заключение

В заключение изложим основные выводы, вытекающие из приведённого материала:

1. Развита методическая основа энергетической оценки потерь экономики регионов от воздействия ЧС различного генезиса.

2. Введено понятие «плотность мощности ЧС» или **коэффициент мощностной нагрузки ЧС**.

3. Рассчитаны такие показатели, как плотность полной мощности, плотность мощности ЧС различного генезиса, неустойчивость биосферы субъектов СФО с учётом воздействия ЧС различного генезиса, коэффициент устойчивости экономики субъектов СФО к воздействию ЧС различного генезиса за период с 2000 по 2008 год.

4. Построены карты-схемы пространственно-временной динамики следующих показателей устойчивого развития субъектов СФО:

а) плотности полной мощности или антропогенной нагрузки;

б) плотности мощности ЧС различного генезиса;

в) неустойчивость биосферы субъектов СФО с учётом воздействия ЧС различного генезиса;

5. Рассчитаны энергоэкологические показатели устойчивого развития столиц субъектов СФО.

Литература

1. Кузнецов О.Л., Большаков Б.Е., Кузнецов П.Г. Система природа-общество-человек: устойчивое развитие. — М.: Ноосфера, 2000. — 404 с.
2. Большаков Б.Е. Наука устойчивого развития. Книга I. Введение. — М.: РАЕН, 2011.
3. Кнауб Р.В. Региональное устойчивое развитие субъектов Сибирского Федерального Округа. // Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление», том 8 № 1(14), 2012, ст. 5 [Электронный ресурс]. — Режим доступа <http://www.rypravlenie.ru/?p=1152>, свободный.
4. Кнауб Р.В. Методические основы комплексной оценки социально-экономических и экологических последствий природных и техногенных чрезвычайных ситуаций на примере Томской области. // Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление», том 7 № 4(13), 2011, ст. 9 [Электронный ресурс]. — Режим доступа <http://www.rypravlenie.ru/?p=1076>, свободный.
5. Кнауб Р.В. Комплексная оценка ущерба природных и техногенных катастроф на примере Сибирского Федерального Округа. // Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление», том 8 № 1(17), 2012, ст. 7 [Электронный ресурс]. — Режим доступа <http://www.rypravlenie.ru/?p=1242>, свободный.
6. Сальников В.Г., Шамаева Е.Ф. Электронный атлас энергоэкологических показателей устойчивого развития стран Евразийского пространства. // Электронное научное издание «Международный электронный журнал. Устойчивое развитие: наука и практика», вып. 1(8), 2012, ст. 2 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.yrazvitie.ru/?p=1046>, свободный.
7. Федотов А.П. Развитие глобальной модели планеты Земля. Концентрированный доклад Римскому Клубу. — М.: Аспект Пресс, 2008. — 64 с.